

ченная паста обладает достаточными диэлектрическими свойствами, что указывает на безопасность ее использования.

Таким образом, свойства полученной термопасты на основе наноразмерного нитрида алюминия и оксида магния повысить энергоэффективность светодиодной техники.

1. Shishkin R.A., Erkhova N.A., Beketov A.R., Elagin A.A., Journal of ceramic science and technology, 5, 199 (2014).

## **РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНОГО СПОСОБА ПЕРЕРАБОТКИ БАКАЛЬСКИХ СИДЕРИТОВ**

Михеенков М.А., Шешуков О.Ю., Вязникова Е.А.,  
Овчинникова Л.А., Лобанов Д.А.

ИМЕТ УрО РАН, г.Екатеринбург, Россия

E-mail: [vjaznikova@mail.ru](mailto:vjaznikova@mail.ru)

## **THE DEVELOPMENT OF RATIONAL METHOD OF BAKAL SIDERITE PROCESSING**

Mikheenkova M.A., Sheshukov O.J., Vyaznikova E.A., Ovchinnikova L.A., Lobanov D.A.

IMET UB RAS, Ekaterinburg, Russia

Processing Bakal siderite reductive firing with simultaneous introduction of silicon oxide  $\text{SiO}_2$  and coke and obtaining metallic iron and forsterite is presented in this work.

Бакальское месторождение является одним из крупнейших месторождений железной руды на Южном Урале. Основная порода сидеритов - изоморфная смесь карбонатов железа, магния, марганца [1, 2]. В настоящее время для обогащения сидеритов используется окислительный обжиг в шахтной печи, при этом в результате обжига образуется магнезиоферрит  $\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ , использование которого в металлургической отрасли затруднено из-за прочности соединения и значительного содержания в нем  $\text{MgO}$ .

Целью настоящего исследования является разрушение магнезиоферрита и создание условий для восстановления оксидов железа и последующего его отделения от оксида магния.

Для разрушения магнезиоферрита предложено осуществлять восстановительный обжиг сидеритов после введения в состав сырьевой смеси  $\text{SiO}_2$ .

Введение в состав сырьевой смеси на основе сидерита  $\text{SiO}_2$  позволяет разрушить магнезиоферрит за счет взаимодействия кислого оксида  $\text{SiO}_2$  и основно-

го оксида  $MgO$  с образованием силикатов магния, при этом в результате такого взаимодействия возможно образование либо клиноэнстатита  $MgO \cdot SiO_2$ , либо форстерита  $2MgO \cdot SiO_2$ .

Для определения термодинамического предпочтения и очередности протекания реакций образования клиноэнстатита  $MgO \cdot SiO_2$  и форстерита  $2MgO \cdot SiO_2$  был проведен термодинамический анализ данных реакций с восстановителем и без него. Результаты термодинамических расчетов представлены в таблице.

Результаты термодинамического анализа свидетельствуют, что протекание реакций образования клиноэнстатита  $MgO \cdot SiO_2$  и форстерита  $2MgO \cdot SiO_2$ , возможно начиная с температуры 335 К, при этом видно, что во всем температурном интервале, начиная с температуры 335 К, термодинамически предпочтительнее образования форстерита  $2MgO \cdot SiO_2$  как с восстановителем, так и без него, чем клиноэнстатита  $MgO \cdot SiO_2$ .

Результаты термодинамических расчетов

Вид реакции	Энергия Гиббса, кДж/моль при температуре, К					
	273	373	473	573	673	773
$MgCO_3 = MgO + CO_2 \uparrow$	+52,9	+35,4	+17,9	+0,74	-16,3	-33,1
$FeCO_3 = FeO + CO_2 \uparrow$	+31,1	+13,1	-4,72	-22,5	-40,1	-57,5
$2FeCO_3 + MgCO_3 = MgOFe_2O_3 + 2CO_2 \uparrow + CO \uparrow$	+103,4	+53,6	+4,01	-45,1	-93,5	-141,1
$2FeCO_3 + SiO_2 = 2FeOSiO + 2CO_2 \uparrow$	+51,3	+16,8	-18,8	-55,6	-93,7	-131,7

При протекании реакции образования форстерита  $2MgO \cdot SiO_2$  термодинамически предпочтительнее образование форстерита с одновременным восстановлением железа.

Практическая реализация предложенного способа обогащения сидерита подтвердила возможность его реализации. В результате восстановительного обжига сырьевой смеси на основе сидеритов, содержащих  $SiO_2$ , удалось получить форстерит и восстановленное железо.

1. Леонтьев Л.И., Ватолин Н.А., Шаврин С.В., Шумаков И.С., Пирометаллургическая переработка комплексных руд, Металлургия (1997).

2. Ключковский С.П., Смирнов А.Н., Савченко И.А., Разработка физико-химических основ комплексного использования высокомагнезиальных сидеритов, Вестник МГТУ им. Г.И. Носова, №1, 26-31 (2015).

## **К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИМИТИРУЮЩЕЙ СТАДИИ ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ШЛАКОВ**

Петухова И.В., Маршалов О.В.\*

Южно-Уральского государственного университета (НИУ), г. Златоуст, Россия

\*E-mail: [marshalovov@susu.ru](mailto:marshalovov@susu.ru)

## **ON THE DETERMINATION OF THE LIMITING STAGE AT COMPLEX PROCESSING OF STEEL SLAG**

Petuhova I.V., Marshalov O.V.\*

South Ural State University, Zlatoust, Russia

The article focuses on the question of complex processing of steel slag. The results of the study of fractional composition of the slag particles are given.

Вопросы переработки отходов сталеплавильного производства остаются актуальными для отечественной металлургии [1-4].

В ряде работ [5,6] отмечаются основные задачи при разработке технологий переработки шлаков: определение состава, последовательность процедур подготовки шлака к высокотемпературному восстановлению. Конечным же металлическим продуктом в большинстве работ [7,8], как правило, рассматривается железо. В тоже время, отличительной особенностью именно сталеплавильных шлаков является повышенное содержание W, Ni, Cr, Mo, Co, Mn. Отсюда представляется важным определение главной стадии, обеспечивающей экономику комплексной переработки.

Предметом исследования явились шлаки сталеплавильного производства ООО «ЗЭМЗ» г. Златоуст. Методология исследования включала в себя фракционный анализ, выделение магнитных и немагнитных фракций. Полученные результаты исследования свидетельствуют, что максимальная степень извлечения металлической составляющей – не менее 40%.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ. Уникальный идентификатор прикладных научных исследований RFMEFI57414X0090.*

1. Дильдин А.Н., Чуманов В.И., Чуманов И.В. Комплексное использование отходов сталеплавильного производства // Металлург. 2010. № 11. С. 42–44.
2. Чуманов В.И., Чуманов И.В., Кирсанова А.А., Амосова Ю.Е. К вопросу о комплексной переработке сталеплавильных шлаков и их использовании в строительстве // Вестник ЮУрГУ. Серия: Металлургия. 2013. т.13. №1. С.56-60.